

於叶兵,吕 富,吕林兰,等. 养殖密度对双齿围沙蚕生长及环境因子的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(12):288-291.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.12.092

养殖密度对双齿围沙蚕生长及环境因子的影响

於叶兵¹, 吕 富¹, 吕林兰¹, 蒋兆林², 张延萍¹

(1. 盐城工学院海洋技术系/江苏省沿海池塘养殖生态重点实验室, 江苏盐城 224051; 2. 江苏省太湖渔业管理委员会, 江苏苏州 215005)

摘要:以双齿围沙蚕为研究对象,研究不同养殖密度对其生长、单位面积产量、水质和底质的影响。设 150(D1)、250(D2)、350(D3)、450(D4)、550(D5)条/m²等 5 种养殖密度,每个密度设 3 个重复,养殖试验周期为 40 d,试验结束后挖取沙蚕称质量并计算增质量率,取水样和底泥分别测定氨态氮(NH₄⁺-N)、亚硝态氮(NO₂⁻-N)和硫化氢(H₂S)的含量及化学耗氧量(COD)。结果显示:随着放养密度增大,增质量率逐步下降, ($y = 109.863 - 0.147x, r^2 = 0.944, P < 0.05$); D1、D2、D3 试验组成活率均为 100%,而 D5 组成活率仅有 51%; D4 组单位面积产量显著高于其他各组 ($P < 0.05$),单位面积性成熟条数也显著高于除 D3 组的其他各试验组 ($P < 0.05$)。水质和底质中的 NH₄⁺、NO₂⁻、H₂S、COD 的含量均与放养密度呈极显著负相关 ($P < 0.01$);提高放养密度能在一定程度上提高单位面积产量,但过高密度会抑制沙蚕生长,降低成活率并造成养殖水质和底质的恶化。在本试验条件下综合比较成活率、单位面积产量和单位面积性成熟条数可知,放养密度以 350~450 条/m²为宜。

关键词:双齿围沙蚕;养殖密度;水质;底质

中图分类号: S967.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)12-0288-03

双齿围沙蚕(*Perinereis aibuhitensis*)在动物学分类上隶属于沙蚕科(Nereididae)围沙蚕属(*Perinereis*),主要分布在我国沿海滩涂,是我国 80 多种沙蚕中个体较大、生长较快、生物资源量最大和出口创汇最多的一种。因其在食用、医疗保健、水产养殖及垂钓等方面用途广泛^[1],国内外市场需求量非常大,常出现有价无货、供不应求的情况。由于长期大量捕捞,我国自然资源日趋减少,为满足市场需求和保护其自然资源,我国沿海许多省份已陆续开展人工养殖^[2-4]。但迄今尚未见有关其养殖密度的研究报道,养殖密度是影响养殖水体生产力的关键因子之一,过低的放养密度达不到最大产量和经济效益,但盲目加大养殖密度会导致种内对空间和食饵的竞争,使养殖群体生长率和存活率下降^[5],且对养殖环境产生重要的影响^[6-7],并最终影响养殖的经济效益和可持续性。本试验研究养殖密度对双齿围沙蚕存活、生长及环境因子的影响,旨在为双齿围沙蚕的健康养殖提供科学指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验用双齿围沙蚕采自东台光亚水产品有限公司养殖池塘,沙蚕规格为 1.45~1.65 g。在聚乙烯水槽(64 cm×43 cm×60 cm)底部覆盖约 10 cm 厚泥土作为双齿围沙蚕生活的底质。海水素(青岛通用海大海水素有限公司)和充分

曝气的自来水配制成盐度为 2.6‰ 的人工海水,每个水槽加入 40 L 的人工海水,试验期间不充气增氧,水温 16~34 ℃。试验饲料为自制饲料(鱼粉 20%,豆粕 25%,花生粕 15%,面粉 28%,淀粉 6%,鱼油 6%;粗蛋白 34%,粗脂肪 7.8%)。

1.2 试验设计与管理

试验一共分为 5 个试验组,养殖密度分别为 150(D1)、250(D2)、350(D3)、450(D4)、550(D5)条/m²,每个组设 3 个重复,每天投喂 1 次,按初始体质量的 1% 投饲,根据残饵情况适量增减。试验时间从 2014 年 4 月 13 日至 5 月 22 日共 40 d,养殖过程中,每 12 d 排干水,干露 2 d 后补足新鲜海水,干露期间不投饵。整个试验周期共干露 2 次 4 d,养殖 36 d。试验期间及时捞出死亡个体和性成熟个体。

1.3 指标测定

1.3.1 存活率及增质量率测定

存活率 = (试验结束后捕得的活沙蚕 + 性成熟沙蚕数) / 试验初始沙蚕数 × 100%;

增质量率 = (终末平均体质量 - 初始平均体质量) / 初始平均体质量 × 100%;

性成熟率 = 性成熟沙蚕数 / 试验初始沙蚕数 × 100%。

1.3.2 水质及底质指标测定 最后一次补足新鲜海水后 3、6、9、12 d 取水样,用 0.45 μm 滤膜抽滤后测定氨态氮(NH₄⁺-N)、亚硝态氮(NO₂⁻-N)、硫化氢(H₂S)的含量和化学耗氧量(COD);试验结束后排干水,取表层 2 cm 泥土,1 g 泥土用 20 mL 蒸馏水充分浸泡 30 min 后取上清液,用 0.45 μm 滤膜抽滤后测定水体 NH₄⁺、NO₂⁻、H₂S 含量和 COD,并换算成 1 kg 泥土中的含量。NH₄⁺-N 含量采用茚三酮比色法;NO₂⁻-N 含量采用重氮-偶氮比色法;H₂S 含量采用碘量法;COD 采用碱性高锰酸钾法。

收稿日期:2015-6-30

基金项目:国家星火计划面上项目(编号:2013GA690330);江苏省科技支撑计划(编号:BE2014346);江苏省自然科学基金(编号:BK2012675)

作者简介:於叶兵(1980—),男,江苏南通人,硕士,讲师,研究方向为水产经济动物增养殖。E-mail: yuyebing2005@126.com。

通信作者:吕 富,副教授。E-mail: lvfu@163.com。

1.4 数据处理

采用 SPSS 17.0 软件作单因素方差分析, $P < 0.05$ 表示差异性显著, $P < 0.01$ 表示差异性极显著, Duncan's 多重比较检验组间差异, 结果用“平均值 \pm 标准差”表示。

2 结果

2.1 不同养殖密度对双齿围沙蚕存活与生长的影响

不同养殖密度对双齿围沙蚕存活与生长的影响如表 1 所示。随着放养密度的增加, 增质量率表现出明显下降趋势, 除

D1 组和 D2 组的增质量率显著差异外, 其余各组差异显著 ($P < 0.05$), 回归分析表明, 增质量率与养殖密度呈线性负相关 ($y = 109.863 - 0.147x, r^2 = 0.944, P < 0.05$)。单位面积产量由高至低依次为 D4 组、D3 组、D2 组、D5 组、D1 组, 除 D2 组和 D5 组之间无显著性差异外, 其余各组差异显著 ($P < 0.05$)。成活率和性成熟率的变化趋势相似, 放养密度低的前 3 组差异不显著, 但显著高于 D4 组和 D5 组 ($P < 0.05$)。D4 和 D5 组的单位面积性成熟条数最高, 显著高于其他各组 ($P < 0.05$)。

表 1 各密度组生长参数

组别	放养密度 (条/m ²)	放养数 (条)	初始体质量 (g)	终末体质量 (g)	增质量率 (%)	终末总质量 (g)	单位面积产量 (g/m ²)	性成熟率 (%)	单位面积性 成熟数(条/m ²)	成活率 (%)
SD1	150	41	1.57 \pm 0.02	2.85 \pm 0.01a	81.42 \pm 1.71a	78.80 \pm 4.37d	288.29 \pm 15.99d	32.52 \pm 3.73a	49 \pm 6c	100.00 \pm 0.00a
SD2	250	69	1.50 \pm 0.04	2.69 \pm 0.07b	79.76 \pm 0.48a	129.23 \pm 8.60c	468.24 \pm 31.16c	33.81 \pm 3.65a	84 \pm 9b	100.00 \pm 0.00a
SD3	350	96	1.56 \pm 0.06	2.52 \pm 0.08c	61.41 \pm 2.39b	168.30 \pm 10.42b	613.59 \pm 37.97b	30.56 \pm 2.16a	107 \pm 8a	100.00 \pm 0.00a
SD4	450	124	1.59 \pm 0.04	2.29 \pm 0.07d	44.27 \pm 0.68c	183.80 \pm 2.85a	667.01 \pm 10.35a	29.92 \pm 1.23b	108 \pm 6a	88.71 \pm 1.40b
SD5	550	151	1.55 \pm 0.03	1.96 \pm 0.11e	23.75 \pm 1.93d	117.37 \pm 34.13c	427.50 \pm 36.95c	11.03 \pm 1.01c	61 \pm 6c	51.47 \pm 3.66c

注: 同列数据后不同字母者之间存在显著差异 ($P < 0.05$)。

2.2 不同养殖密度对水质的影响

图 1 显示, 同一试验组在最后一次干露进水后的 3、6、9、12 d, 随着时间的推移, 水体中的 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 、 $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 、 H_2S 的

含量和 COD 均显著上升 ($P < 0.05$)。不同试验组在同一天中的 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 、 $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 、 H_2S 的含量和 COD 均表现为随着密度的增加而增加, 存在极显著的线性关系 (表 2)。

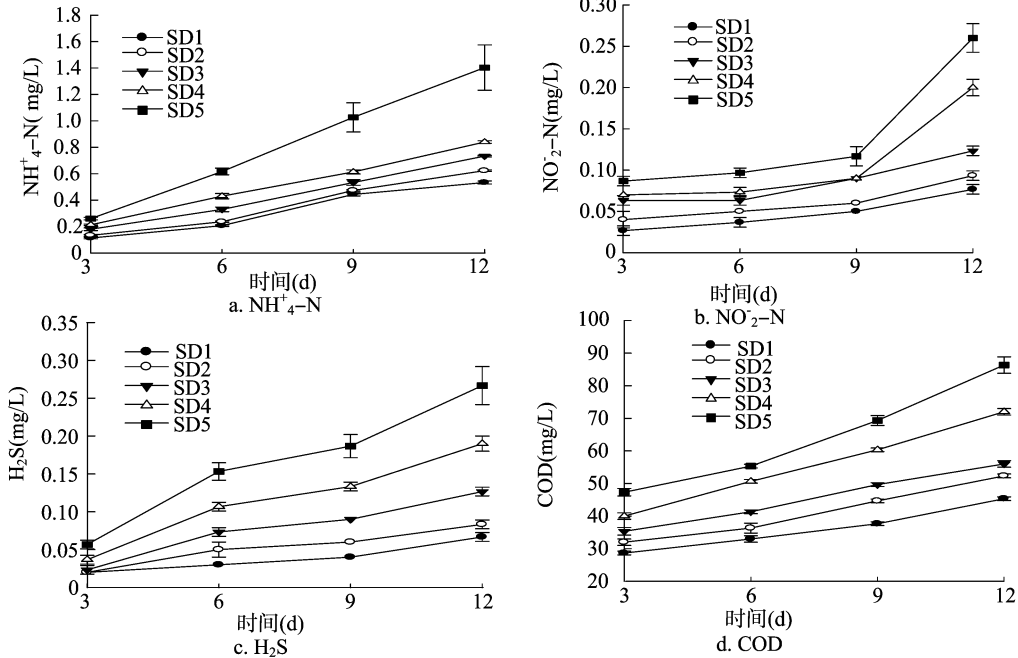


图 1 5 种放养密度下 4 种水质参数的变化情况

表 2 水质指标与养殖密度相关性的线性回归

水质指标 (12 d)	回归方程	r^2	P 值
$\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 含量	$y = 0.1418 + 0.001957x$	0.784	< 0.01
$\text{NO}_2^- - \text{N}$ 含量	$y = 0.015 + 0.0004733x$	0.925	< 0.01
H_2S 含量	$y = 0.0005067x - 0.03067$	0.929	< 0.01
COD	$y = 6.82 + 0.1017x$	0.936	< 0.01

2.3 不同养殖密度对底质的影响

如图 2 所示, 不同养殖密度对底质的影响与对水质的影响相似, 均表现为 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 、 $\text{NO}_2^- - \text{N}$ 、 H_2S 含量和 COD 随着放养密度的增加而增加, 且存在极显著的线性关系 (表 3)。

3 结论与讨论

3.1 养殖密度对双齿围沙蚕生长性能的影响

养殖密度是影响养殖水生动物生长快慢的关键因素之

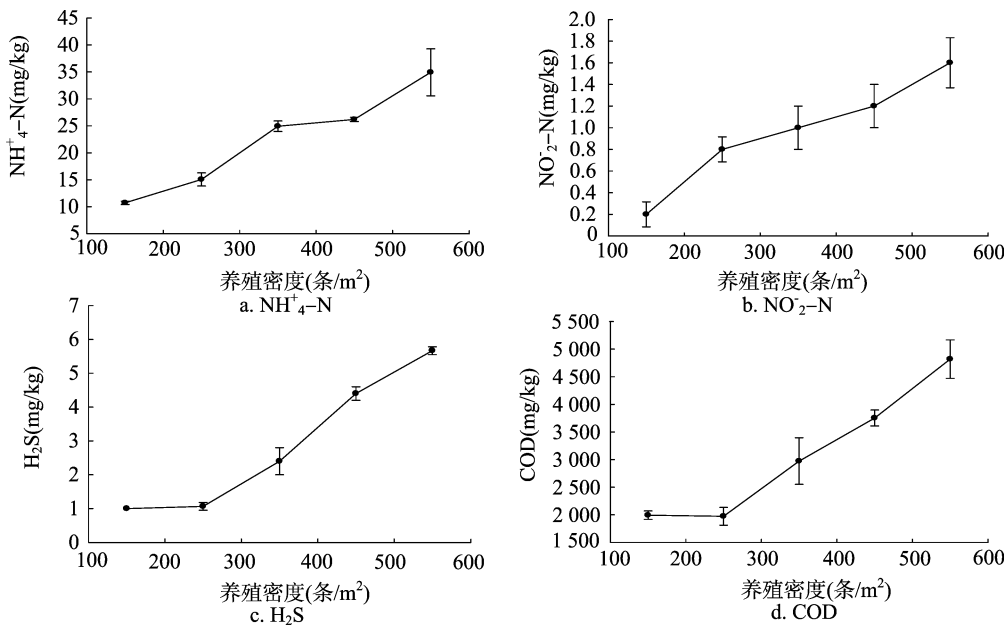


图2 5种放养密度下4种底质参数的变化

表3 泥土指标与养殖密度相关性的线性回归

泥土指标	回归方程	r ²	P 值
NH ₄ ⁺	y = 0.059 5x + 1.531	0.963 6	<0.01
NO ₂ ⁻	y = 0.003 3x - 0.098	0.921 4	<0.01
H ₂ S	y = 0.012 7x - 1.532	0.936 5	<0.01
COD	y = 7.433 3x + 501	0.937 3	<0.01

一^[8],因此,国内外学者纷纷开展了水生动物如贝类^[8-10]、甲壳类^[11-14]和鱼类^[15-17]等养殖密度的研究,但目前尚未见任何双齿围沙蚕所属的沙蚕科甚至多毛纲动物养殖密度的研究报道。从双齿围沙蚕的栖息特点来看,与埋栖型贝类如文蛤相似,身体全部埋在泥沙中。动物的生长需要一定的空间和环境^[18],当放养密度过高时,势必出现个体与生长环境间的矛盾^[19-20]。密度因子对水生动物生长的影响主要通过2种途径产生作用:一是个体之间直接对空间和食物的竞争;二是自身的污染如新陈代谢废物和死亡的尸体等对环境造成的不良影响^[21]。在人工养殖条件下,密度对养殖生物生长具有明显的抑制作用^[13],如本试验中随着养殖密度的增加,双齿围沙蚕增质量率逐渐降低。但在实际生产中,为了充分利用养殖水体,提高单位面积产量,必需保持一定的养殖密度。本试验D1组增质量率最高,但由于养殖密度最低,其单位面积产量也最低;D5组养殖密度最高,但由于成活率和增重率均最低,其单位面积产量仅比D1组高,仅占最高D4组的64%。性成熟沙蚕体态变异称为异沙蚕体,在交配前,离开栖息地游到水面上,可集中收集作为亲本用来人工繁育。本试验中放养密度低的前3组性成熟率差异不显著,但显著高于D4和D5组($P < 0.05$),这可能是由于随着养殖密度的增加,竞争食物加剧和环境更恶劣的结果,具体原因有待进一步研究。在本试验条件下,综合比较成活率、单位面积产量和单位面积性成熟条数,双齿围沙蚕放养密度以350~450条/m²为宜。

3.2 养殖密度对底质和水质的影响

已有研究表明,在不增氧的养殖条件下,NH₄⁺-N、

NO₂⁻-N、H₂S含量和COD等水质指标与养殖密度存在显著的正相关性^[7,21],这与本研究结果相似,随着养殖密度的增加和养殖周期的延长,水质和底质中的NH₄⁺-N、NO₂⁻-N、H₂S含量和COD均显著上升,这是由于随着养殖密度上升,日投饵总量增加,残余饵料、代谢废物等增加,这些有机物被微生物分解后能产生大量的铵态氮、硫化氢、亚硝酸等物质,铵态氮与亚硝酸盐成正比关系,亚硝酸盐是铵态氮在硝化过程中的产物,也是诱发爆发性疾病的重要环境因子。本试验在养殖密度为150条/m²时,由于不增氧,水质和底质中的NH₄⁺-N、NO₂⁻-N、H₂S含量已远超渔业水质标准,但对其存活率无显著影响,说明双齿沙蚕对水体中NH₄⁺-N、NO₂⁻-N、H₂S等物质具有较强的适应性。沙蚕精养一般采用浅水养殖(水深30~40cm),养殖过程中不增氧^[3],由于其具有很强的耐干露的能力^[22],可视水质和底质具体情况定期排干水,促进底质的残饵和粪便氧化分解的方式来调节水质和底质。

参考文献:

[1]宋月林,王伟洪. 沙蚕养殖前景研究[J]. 河北渔业,2012(3): 47-49.

[2]周一兵,杨大佐,管兆成,等. 双齿围沙蚕人工育苗和虾池养殖技术研究[J]. 水产科学,2007,26(3):47-49.

[3]蔡卫俊. 双齿围沙蚕健康增养殖技术[J]. 水产养殖,2014(2): 35-36.

[4]陈 萍. 沙蚕规模化生态养殖技术试验[J]. 水产养殖,2015(4):45-46.

[5]逮尚尉,刘兆余,余 燕. 密度胁迫对点带石斑鱼幼鱼生长、代谢的影响[J]. 中国水产科学,2011,18(2):322-328.

[6]陈 坚,柯爱英,郑向勇. 不同养殖密度对文蛤生长与水质的影响[J]. 河北渔业,2010(3):5-9.

[7]范可章,姚国兴,陈爱华,等. 文蛤密度对养殖水体底质硫化物和COD影响的研究[J]. 水产养殖,2006(1):9-12.

[8]萧云朴,陈 舜,伍德瀛. 养殖密度对虾夷扇贝在浙江南麂海区生长的影响[J]. 南方水产,2009(5):1-7.

张宏志,马艳弘,李亚辉,等. 菊芋乳酸菌饮料生产工艺及稳定性研究[J]. 江苏农业科学,2015,43(12):291-294.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.12.093

菊芋乳酸菌饮料生产工艺及稳定性研究

张宏志¹, 马艳弘¹, 李亚辉¹, 黄玉玲², 唐伯平³, 周春霖³

(1. 江苏省农业科学院农产品加工研究所, 江苏南京 210014; 2. 江苏大丰盐土大地农业科技有限公司, 江苏大丰 224145;

3. 江苏滩涂生物农业协同创新中心, 江苏盐城 224000)

摘要:以菊芋(*Jerusalem artichoke*)为原料制备菊芋汁,灭菌后接种经驯化的保加利亚乳杆菌、嗜热链球菌进行发酵,采用单因素和正交试验,确定了制备菊芋乳酸菌饮料的最佳发酵条件、稳定剂配方,并对发酵过程中菌种生长规律、pH 值、酸度以及总糖和还原糖含量变化情况进行了分析。结果表明,在接种量 6%、发酵温度 43 ℃、发酵时间 24 h 条件下,菊芋乳酸菌饮料乳酸产量、感官品质俱佳,酸度为 1.17%,活菌数可达 1.2×10^9 CFU/mL 以上,饮料中还还原糖、蔗糖被乳酸菌优先利用,多糖(菊糖)几乎全部保留。最优稳定剂配方为:黄原胶 0.015%、CMC 0.009%、海藻酸钠 0.004%,制备的饮料均匀一致,离心沉淀率仅为 0.25%。菊芋乳酸菌饮料兼有菊芋的风味和适当发酵乳酸气味,是一种酸甜适中、健康营养的功能饮料。

关键词:菊芋;乳酸菌;发酵;饮料;保加利亚乳杆菌;嗜热链球菌

中图分类号: TS275.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)12-0291-04

菊芋(*Jerusalem artichoke*)是菊科向日葵属的多年生宿根草本植物,别称洋姜、菜姜、鬼子姜。菊芋原产地为北美洲,17 世纪传入欧洲,后又引进亚洲,直到清朝才传至中国^[1]。菊芋块茎中富含菊糖(别称菊粉),菊粉是天然的碳水化合物,几乎不被胃酸水解、消化,菊粉在到达结肠前未被破坏,在结肠中被大量有益微生物用作营养物质,具有益生素的特点^[2-3]。在食物中补充菊粉,能明显增加肠道内双歧杆菌的

数量,从而防止肠道感染,促进矿物质吸收,控制血脂,防治便秘和肥胖,降低血糖。此外,菊糖还是天然的油脂替代品,可在不加或少加脂肪的条件下,保持食品原有的质构、口感,是纯天然的功能性食品添加剂^[4-6]。菊芋产量高、价格低,在我国,菊芋主要被用来制作酱菜或泡菜^[7]。以菊芋为原料提取菊粉的产业尚处于起步阶段,其加工要经过切片、烘干、粉碎、提取等诸多工序,生产成本低,相应的菊粉产品价格也高,一定程度上限制了菊粉的生产应用。目前,国内外关于菊芋汁开发饮品研究非常少^[8-9]。关于乳酸菌发酵菊芋汁生产工艺研究尚未见报道。本研究以菊芋汁(菊糖浸提液)为发酵主原料,在发酵液中适当添加蔗糖,选用经驯化的乳酸菌作为发酵菌种,对乳酸菌菊芋汁的发酵、稳定性工艺进行了优化,对整个发酵过程中菌株生长规律、酸度、碳水化合物等指标进行了跟踪研究,旨在为开发利用菊芋资源、提高菊芋经济效益、

收稿日期:2014-12-17

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号: CX(12)1005、CX(14)5059];江苏省科技支撑计划(农业)(编号:BE2014347)。

作者简介:张宏志(1985—),男,山西汾阳人,博士,助理研究员,主要从事功能性低聚糖和多糖的研究。E-mail:zhz0731@sina.cn。

通信作者:马艳弘,博士,副研究员,主要从事生物技术与功能食品研究。E-mail:ma_yhhy@126.com

[9] 尤仲杰. 不同放养密度对泥螺生长的影响[J]. 水产科学,2007,26(2):103-105.

[10] 栗志民,刘志刚,刘付少梅. 中培期和养成期墨西哥湾扇贝(*Argopecten irradians concentricus*)新品系养殖密度的研究[J]. 2013,44(6):1557-1565.

[11] 张吕平,胡超群,沈琪,等. 不同养殖密度对我国热带地区集约化养殖凡纳滨对虾水质和成活率的影响[J]. 热带海洋学报,2011,30(4):85-91.

[12] 李倩,周志明,杭小英,等. 南美白对虾不同养殖密度水质变化规律与养殖效益的分析[J]. 中国农学通报,2014,30(2):100-104.

[13] 肖鸣鹤,肖英平,吴志强,等. 养殖密度对克氏原螯虾幼虾生长、消化酶活力和生理生化指标的影响[J]. 水产学报,2012,36(7):1088-1093.

[14] 孙文通,张庆阳,马旭洲,等. 不同河蟹放养密度对养蟹稻田水环境及水稻产量影响的研究[J]. 上海海洋大学学报,2014,23(3):835-842.

[15] 邹雄,章龙珍,张涛,等. 养殖密度对点篮子鱼生长性能的影响[J]. 水产科学,2013,32(10):601-604.

[16] 吴宗凡,时旭,程果锋,等. 养殖密度对温室湿地循环水系统中鲫鱼生长、生理及免疫指标的影响[J]. 南方水产科学,2014,10(5):39-44.

[17] 宋志飞,温海深,李吉方,等. 养殖密度对流水养殖系统中俄罗斯鲟幼鱼生长的影响[J]. 水产学报,2014,38(6):835-842.

[18] 于业绍,黄则平. 青蛤生长的初步研究[J]. 动物学杂志,1996,31(4):34-37.

[19] 卢振斌. 福建罗源湾贝类的养殖容量[J]. 中国水产科学,2004,11(2):104-110.

[20] 刘剑昭,李德尚. 关于水产养殖容量的研究[J]. 海洋科学,2000,24(9):33-35.

[21] 李长松,房斌,王慧,等. 青蛤稚贝放养密度与底质中硫化物相关性研究[J]. 水产学报,2006,30(6):786-800.

[22] 冯善聪,黄国强,赖祖鹏,等. 围沙蚕对温度、盐度和干露的耐受性研究[J]. 海洋湖沼通报,2014,24(1):109-114.